gewebe eingeschlossen, in denen sie unmittelbar vom Chylus umspült werden. Es ist dies der erste Fingerzeig über das Verhalten der Lymphgefässe im Innern der Organe, während man dasselbe bis jetzt nur an der Oberfläche verfolgen konnte.

Nachweisung einer seculären periodischen Änderung der Lufttemperatur. Aus vieljährigen an mehreren Orten angestellten Beobachtungen.

Von **Karl Fritsch.**

Man hat theoretisch zu beweisen gesucht, dass die Temperatur des Erdkörpers im Allgemeinen, sich seit 2000 Jahren nicht um ein Zehntheil eines Grades geändert hat und den Grund in der Unveränderlichkeit der Rotationszeit unseres Planeten gesucht. Andere, dem Anscheine nach nicht minder begründete theoretische Betrachtungen haben zu der Ansicht geführt, dass die Temperatur der Himmelsräume nicht in dem Grade veränderlich sei, dass sie die Ursache eines Wechsels der irdischen Klimate werden könnte. Den Variationen, welche an gewissen astronomischen Elementen vor sich gehen, hat man in Beziehung auf die Veränderung der irdischen Klimate ebenfalls keine grössere Rolle zugedacht.

Man ist noch weiter gegangen und hat mit Hilfe gewisser historischer Daten zu beweisen gemeint, dass einzelne Theile Europa's früher weder kälter, noch heisser waren, als sie es heut zu Tage sind.

Solchen Ergebnissen und den Autoritäten (Arago, Fourier, Kämtz u. s. w.) gegenüber, welchen wir sie verdanken, scheint es gewagt, auf anderen, wenn auch eine grössere Sicherheit der Ergebnisse versprechenden Wegen die Lösung der Frage zu versuchen, ob die Lufttemperatur im Laufe längerer Zeiträume einer Änderung unterworfen sei, gleich viel, ob dieselbe eine Periode einhalte oder nicht.

Die nicht selten erlangte Überzeugung, dass Beobachtungs-Resultate bisher noch bei den meisten meteorologischen Fragen und sehr oft selbst den scharfsinnigsten theoretischen Betrachtungen gegenüber den Sieg davon trugen, bestimmte mich dennoch, den Versuch zu wagen und ich glaube mich überzeugt halten zu dürfen, dass er als ein nicht misslungener angesehen werden dürfe.

Wenn man an irgend einem Orte die mittleren Temperaturen einzelner Jahre unter sich vergleicht und mit der grossen Veränderlichkeit dieses Elementes in einem und demselben Jahre, da die Schwankungen gewöhnlich 30 bis 50° umfassen, zusammenhält, so fallen die geringen Unterschiede der mittleren Jahrestemperaturen sogleich auf. Diese Unterschiede verringern sich noch überdies auf die Hälfte, wenn bei dieser Vergleichung das jährliche Normalmittel der Temperatur, wie man es aus einer vieljährigen Beobachtungsreihe erhält, zu Grunde gelegt wird. In Prag z. B. wo die Beobachtungen der Lufttemperatur einen Zeitraum von fast 80 Jahren umfassen, und die normale mittlere Temperatur des Jahres + 7°63 beträgt, blieb in dem kältesten je vorgekommenen Jahre (1840) die Lufttemperatur nur 2°2 unter der normalen und erhob sich in dem wärmsten Jahre (1811) nicht um mehr als 1°6 über dieselbe. In Wien, wo die normale Jahrestemperatur + 8°08 erreicht und die Beobachtungen beinahe einen eben so langen Zeitraum wie in Prag umfassen, stiegen diese Abweichungen nicht über + 1°66 in den beiden warmen Jahren 1783 und 1822 und — 2°24 in dem kalten Jahre 1829, hielten sich also in Prag sowohl als in Wien überraschend genau innerhalb derselben engen Grenzen, welche ich auch für viele andere Orte nachweisen könnte. Aber selbst Abweichungen, welche nur die Hälfte, also etwa ± 1° der für den äussersten Fall angegebenen Anomalien erreichen, kommen noch sehr selten vor. In Wien findet man nur 6, in Prag höchstens 35 Percent der Jahre, wo die Abweichungen ± 1° erreichen. Die mittlere Abweichung vom normalen Jahresmittel beträgt in Prag nur ± 0°7, woraus sich der wahrscheinliche Fehler der normalen mittleren Jahrestemperatur ergibt bei einer

10jährigen	Beobachtungsreihe	=	0°21
20	„	„	= 0·15
50	„	„	= 0·09
80	„	„	= 0·07

Man sieht demnach, wie sehr die jährlichen Temperatur-Mittel geeignet sind, die Frage zu entscheiden, ob es eine seculäre Änderung der Lufttemperatur gebe oder nicht. Die Annahme einer solchen hat schon einige Wahrscheinlichkeit für sich, wenn die Differenzen der Temperatur-Mittel verschiedener Jahres-Gruppen die eben ausgemittelten wahrscheinlichen Fehler überschreiten, der Grad der Wahrscheinlichkeit wächst mit den Differenzen und nähert sich der Gewissheit,

wenn diese Differenzen ein periodisches Ab- und Zunehmen einhalten.

Doch setzen diese Schlüsse voraus, dass die Beobachtungen die ganze Jahresreihe hindurch, für welche die seculäre Änderung nachgewiesen werden soll, mit demselben oder doch wenigstens übereinstimmenden Thermometern angestellt worden sind, oder falls sie es nicht wären, dass die Unterschiede der Instrumente unter sich, in Rechnung gebracht worden sind. Aber auch dann muss man noch versichert sein, dass die Instrumente binnen des Zeitraumes, innerhalb welchen sie zu den Beobachtungen dienten, rücksichtlich ihrer Fundamentalpunkte keine Änderung erlitten haben, worüber durch eine sorgfältige, öfters wiederholte Prüfung Gewissheit erlangt worden sein muss.

Ein weiteres Erforderniss ist, dass die Thermometer stets unter denselben Lokal-Umständen der Lufttemperatur ausgesetzt blieben. Von geringerem Einflusse ist die Art der Aufhängung der Instrumente. weil hiedurch wohl die Extreme der Temperatur alterirt zu werden pflegen, die mittlere Temperatur aber nur selten eine Änderung erleidet.

Leider muss man gestehen, dass die so eben gestellten Bedingungen nur rücksichtlich der Aufzeichnungen einiger wenigen Dezennien der jüngsten Beobachtungen erfüllt sind und dass die älteren Beobachtungen in dieser Hinsicht Vieles zu wünschen übrig lassen.

Man vermisst beinahe in allen Tagebüchern die nöthigen Daten und Bemerkungen, um die älteren Aufzeichnungen mit den neuern vergleichbar zu machen und kann demnach die Änderungen der mittleren Jahrestemperatur, welche sich im Laufe der Zeiten ergeben sollten, selbst wenn sie eine Periode andeuten, nicht unbedenklich einer seculären Änderung zuschreiben.

Eine seculäre Änderung, wenn sie wirklich besteht, wird sich aber an weniger von einander entfernten Stationen auf eine nahezu übereinstimmende, an entferntern doch wenigstens auf eine ähnliche Weise in den Ergebnissen der Beobachtungen kund geben müssen. Andrerseits ist es wieder in hohem Grade unwahrscheinlich, dass die Änderungen in den Thermometer-Angaben, so weit selbe auf Rechnung des geänderten Standes der Instrumente und ihrer Localität zu setzen sind, an verschiedenen Orten, besonders wenn dieselben nicht durch ein und dasselbe Beobachtungsnetz verbunden sind,

einen übereinstimmenden Gang im Laufe der Zeiten verrathen werden. Es ist vielmehr, wenn ein solcher dennoch zum Vorschein kommt, sehr wahrscheinlich, dass er einer seculären Änderung der Lufttemperatur seine Entstehung verdankt. Es versteht sich übrigens von selbst, dass die Temperaturen eines und desselben Ortes in allen Jahren auf dieselben Beobachtungsstunden bezogen worden sind, wozu die sorgfältigen Untersuchungen über den täglichen Gang der Temperatur, welche wir bereits besitzen, ausreichende Methoden an die Hand geben.

Das Beobachtungs-Materiale, worüber ich für den Gegenstand, der mich beschäftigt verfügen kann, besteht in den jährlichen Temperatur-Mitteln, abgeleitet aus den Beobachtungen:

1. der k. k. Universitäts-Sternwarte in Wien von den Jahren 1775 bis 1850 (76 Jahre);
2. der k. k. Universitäts-Sternwarte zu Prag von den Jahren 1774 bis 1850 (77 Jahre);
3. der k. k. Universitäts-Sternwarte zu Mailand von den Jahren 1763 bis 1850 (88 Jahre);
4. der Sternwarte des Stiftes Kremsmünster von den Jahren 1768 bis 1850 (83 Jahre);
5. durch Mädler von den Jahren 1719 bis 1839 (121 Jahre), für Berlin mitgetheilt in dem Jahrbuche für 1843 von Schumacher, reduzirt jedoch von mir auf den Jahresanfang vom 1. December.

Man findet die Jahresmittel dieser Beobachtungs-Reihen in folgender Tabelle zusammengestellt um nöthigenfalls die von mir darauf gegründeten Folgerungen einer Prüfung unterziehen zu können.

Jahres-Mittel der Lufttemperatur in Berlin von den Jahren 1719 bis 1763.

1719	8°52	1734	7°06	1749	7°72
1720	7·37	1735	6·79	1750	8·19
1721	7·41	1736	6·47	1751	7·61
1722	—	1737	7·07	1752	—
1723	—	1738	6·74	1753	—
1724	—	1739	6·52	1754	—
1725	—	1740	4·40	1755	—
1726	—	1741	6·64	1756	9·99
1727	—	1742	6·40	1757	8·72
1728	6·94	1743	6·13	1758	7·63
1729	—	1744	7·09	1759	9·06
1730	—	1745	7·20	1760	7·36
1731	6·11	1746	6·12	1761	9·71
1732	7·03	1747	7·55	1762	7·93
1733	5·37	1748	7·04	1763	7·60

Jahres-Mittel der Lufttemperatur in den Jahren 1764 bis 1850.

Jahr.	Wien.	Prag.	Mailand.	Krems-münster.	Berlin.
1764	—	—	10°3	—	8·95
1765	—	—	10·2	—	7·71
1766	—	—	9·8	—	8·59
1767	—	—	—	—	7·90
1768	—	—	—	5·75	7·22
1769	—	—	9·7	6·46	7·88
1770	—	—	10·5	5·90	7·79
1771	—	—	10·1	6·16	7·33
1772	—	—	11·5	8·11	8·34
1773	—	—	9·2	6·76	8·44
1774	—	—	10·4	7·23	7·88
1775	—	8·73	10·2	7·23	8·89
1776	7·07	6·99	10·2	5·94	7·33
1777	7·21	7·12	9·8	6·74	6·99
1778	8·18	8·05	10·2	7·59	7·08
1779	8·98	8·50	10·9	7·94	8·91
1780	8·04	7·38	10·8	7·00	7·71
1781	8·52	8·06	10·6	7·80	8·09
1782	8·46	6·90	10·1	7·24	7·30
1783	9 74	8·31	9·6	8·00	8·52
1784	7·53	6·46	10·2	6·09	5·73
1785	7·03	6·25	10·1	5·95	5·88
1786	7·45	5·99	10·3	6·28	5·92
1787	8·11	7·93	10·4	7·52	7·07
1788	8·72	8·08	10·9	7·78	8·35
1789	7·98	6·49	10·0	6·95	5·23
1790	8·43	8·16	9·8	7·94	8·00

Jahr.	Wien.	Prag.	Mailand.	Krems-münster.	Berlin.
1791	8·84	9·10	10·7	8·22	7·95
1792	8·08	7·73	10·8	5·90	7·33
1793	8·26	8·16	10·6	4·89	7·37
1794	9·53	9·16	11·4	5·33	8·79
1795	7·86	7·69	10·0	5·74	6·44
1796	8·83	8·18	10·6	7·22	8·26
1797	9·13	8·64	10·5	7·08	7·53
1798	8·98	—	10·6	7·30	8·74
1799	7·41	—	9·6	6·05	5·42
1800	8·39	—	10·9	—	5·85
1801	8·94	8·73	10·5	—	7·61
1802	8·92	8·22	11·3	6·35	7·28
1803	7·53	7·49	10·4	6·29	7·09
1804	8·55	8·15	10·7	6·13	6·57
1805	6·77	6·24	9·6	4·74	5·35
1806	8·83	8·76	10·1	6·81	7·14
1807	9·34	9·02	10·8	7·20	7·39
1808	7·94	7·80	9·6	5·91	6·59
1809	7·70	7·58	9·8	6·00	6·14
1810	8·26	7·87	10·1	7·18	6·59
1811	9·47	9·23	11·3	7·68	7·71
1812	7·70	7·47	9·4	6·19	6·02
1813	7·44	7·56	9·9	5·89	6·16
1814	7·47	6·47	9·4	5·77	5·73
1815	7·85	7·96	10·3	6·25	6·57
1816	7·46	6·92	8·8	5·47	5·67
1817	8·54	7·84	9·7	6·47	7·02
1818	9·22	8·24	10·6	6·62	7·41
1819	8·73	8·38	10·6	6·72	8·04
1820	7·98	7·40	10·3	5·86	6·42
1821	7·81	7·35	10·0	5·99	7·29
1822	9·74	9·24	11·3	5·85	8·16
1823	7·62	7·56	9·9	8·12	6·31
1824	8·26	8·49	10·5	6·33	7·92
1825	8·29	8·55	10·5	6·92	7·78
1826	8·20	8·39	10·6	6·56	8·04
1827	8·23	7·73	10·2	6·54	7·53
1828	8·02	7·69	10·9	6·78	7·53
1829	6·47	6·31	9·8	5·42	6·38
1830	7·25	6·72	10·0	5·66	6·26
1831	8·09	7·54	10·1	6·34	7·10
1832	7·66	7·44	9·6	6·36	6·99
1833	7·62	7·52	9·6	5·74	7·26
1834	9·59	9·09	10·1	7·49	8·84
1835	8·21	7·82	8·9	5·83	7·34
1836	7·92	7·51	8·5	5·84	7·19
1837	7·07	6·82	8·4	5·87	7·01
1838	6·45	5·71	9·1	5·47	6·17
1839	7·71	7·37	9·6	6·13	7·48
1840	7·35	6·05	9·6	5·18	—

Jahr.	Wien.	Prag.	Mailand.	Krems-münster.	Berlin.
1841	7·50	6·94	9·8	6·39	—
1842	7·18	7·06	9·4	5·87	—
1843	7·82	7·57	9·8	6·39	—
1844	7·86	7·26	9·0	6·39	—
1845	6·99	6·39	9·3	5·53	—
1846	6·97	8·67	9·7	7·66	—
1847	7·01	6·47	9·6	5·67	—
1848	8·11	7·58	9·5	6·67	—
1849	7·46	7·08	10·1	6·15	—
1850	7·46	7·08	9·1	5·86	—

Da die mittlere Abweichung des Jahresmittels der Lufttemperatur, wie ich früher gezeigt habe, beinahe die Grösse eines Grades erreicht, so ist begreiflich, dass die seculären Änderungen der Temperatur, welche schon desshalb in engere Grenzen eingeschlossen sein müssen, weil sie sich so lange der Entdeckung entzogen, durch die unregelmässigen Schwankungen der Jahresmittel verhüllt bleiben müssen, wenn man den Gang der Temperatur von Jahr zu Jahr verfolgt. Andrerseits habe ich gezeigt, dass zwanzigjährige Beobachtungen ein Jahresmittel der Temperatur geben, welches beinahe bis auf 0°1 sicher ist. Es ist daher am zweckmässigsten, den Gang der mittleren Temperatur in Gruppen von 20 zu 20 Jahren zu verfolgen, welche in folgender kleinen Tafel zusammengestellt sind.

Zwanzigjährige Mittel der Temperatur.

Jahr.	Wien.	Prag.	Mailand.	Krems-münster.	Berlin.
1731 bis 1750	—	—	—	—	6°68
1741 „ 1760	—	—	—	—	7·53
1751 „ 1770	—	—	—	—	8·23
1761 „ 1780	—	—	10°25	6°83	8·01
1771 „ 1790	8°10	7°51	10·27	7·11	7·45
1781 „ 1800	8·37	7·72	10·38	6 80	7·19
1791 „ 1810	8·40	8:15	10·43	6·42	7·07
1801 „ 1820	8·23	7·87	10·16	6.36	6·67
1811 „ 1830	8·09	7·77	10·20	6·35	6·95
1821 „ 1840	7·88	7·55	9·86	6·22	7·29
1831 „ 1850	7·60	7·25	9·44	6·14	—

Man hört alte Leute häufig Klage führen über die Verschlimmerung des Klima und sich desshalb in die Jugendzeit zurückwünschen, wenn ihnen auch von der jüngeren Generation wenig Glauben geschenkt wird. Die vorstehende kleine Tafel zeigt, wie gegründet die

Klagen der alten Leute sind und wie Unrecht wir thun, die Ursachen ihrer Behauptung in der mit dem Lebensalter zunehmenden Empfindlichkeit gegen die Kälte zu suchen.

Wir sehen in der That und die Beobachtungen von Wien, Prag, Mailand, Kremsmünster und Berlin lehren es übereinstimmend, dass die mittlere Temperatur bereits eine sehr beträchtliche Reihe von Jahren hindurch in ununterbrochener Abnahme begriffen ist und wenn auch diese Abnahme in vielen Dezennien erst die Grösse Eines Grades erreicht, so ist doch zu bedenken, dass sie bei stetiger Fortdauer binnen wenigen Jahrhunderten die mittlere Jahrestemperatur in dem Grade zu verringern im Stande wäre, dass der lohnende Erfolg des Anbaues so mancher in national-ökonomischer Hinsicht höchst wichtiger Pflanzen mit Grund bezweifelt werden könnte.

Man könnte gegen diese Besorgniss keine trifftigen Gründe geltend machen, wenn die meteorologischen Beobachtungen erst zu Anfang dieses Jahrhunderts begonnen worden wären, da von da an bis auf unsere Tage die Lufttemperatur in stetiger Abnaehme begriffen war. Die Beobachtungen der letzten Dezennien des vorigen Jahrhunderts lehren aber, dass die nachgewiesene Abnahme der Temperatur in diesem Säculum auf eine ähnliche Zunahme in dem vorigen gefolgt ist, und daher wahrscheinlich in der Folge wieder in eine Zunahme übergehen wird, welche wenn nicht gleich, doch höchstens in einigen wenigen Dezennien eintreten dürfte, wie die Berliner Beobachtungen, welche einen Zeitraum von 120 Jahren umspannen, mit Grund hoffen lassen.

An den einzelnen Orten findet man folgende Epochen des Maximums der mittleren Jahrestemperatur:

Wien	1800	mit	+ 8°40
Prag	1800	„	+ 8.15
Mailand	1800	„	+10.43
Kremsmünster . .	1780	„	+ 7.11
Berlin	1760	„	+ 8.23

Von da an nahm die Temperatur ab, in

Wien	bis	1840	auf	+7.60,	also	um	0°80
Prag	„	1840	„	+7.25,	„	„	0.90
Mailand	„	1840	„	+9.44,	„	„	0.99
Kremsmünster .	„	1840	„	+6.14,	„	„	0.97
Berlin	„	1810	„	+6.67,	„	„	1.56

Ich habe für Berlin, wo die Temperatur-Schwankungen fast doppelt so gross wie an den übrigen Orten sind, den wahrscheinlichen Fehler der zwanzigjährigen Temperatur-Mittel aller Jahres-Gruppen berechnet und bei keiner grösser als 0°19 und bis 0°11 abnehmend gefunden also beträchtlich kleiner, als die seculären Änderungen der Temperatur von Decennium zu Decennium, so dass die Richtigkeit der Resultate um so weniger einem Zweifel unterliegen kann, als die beträchtlich kleineren Temperatur-Schwankungen an den übrigen Orten einen wahrscheinlichen Fehler der Ergebnisse vermuthen lassen, der kaum mehr als 0°1 beträgt.

Sollten die so eben mitgetheilten Ergebnisse, in den Resultaten der Beobachtungen anderer Orte die Bestätigung finden, worauf mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit zu rechnen ist, so wird es vielleicht auch gelingen, die Ursache der seculären Temperatur-Änderungen zu entdecken, besonders wenn länger fortgesetzte Beobachtungen zur vollständigen Kenntniss der Periode dieser Schwankungen und der Gesetze geführt haben werden, nach welcher sie innerhalb dieser Perioden stattfinden.

Zugleich lehren die hier mitgetheilten Ergebnisse, dass man durch Beobachtungen, welche nur einige Decennien umfassen, nicht hoffen darf, die klimatischen Verhältnisse eines Landes genau zu erforschen, besonders, wenn die Resultate der Beobachtungen verschiedener Orte, welche dazu dienen sollten, sich nicht auf dieselbe Reihe von Jahren beziehen und somit als gleichzeitige angesehen werden können. Gesetzt, man hätte die mittlere Temperatur von Prag aus den Beobachtungen der Jahre 1791 bis 1810 bestimmt und jene von Wien aus jenen der Jahre 1730 bis 1750, so würde man gefunden haben, dass das Klima von Wien um 0°6 kälter sei als jenes von Prag, während gleichzeitige Beobachtungen lehren, dass es um 0°4 wärmer ist. Man würde also einen Fehler von einem ganzen Grad begangen haben.

Es ist daher zur genauen Erforschung der klimatischen Verhältnisse eines Landes unerlässlich, einige fundamentale Stationen anzunehmen, wo die mittlere Temperatur aus einer so langen Beobachtungsreihe bestimmt ist, dass sie die seculäre Periode vollständig umfasse. Hiezu eignen sich in unserm Kaiserstaate wegen ihrer längsten gleichzeitigen Beobachtungsreihen nur Wien, Prag, Mailand und Kremsmünster. Richtige Mittelwerthe der Temperatur an anderen

Orten können nur durch Differenzwerthe gleichzeitiger Beobachtungsreihen gefunden werden, wozu nach Massgabe der Entfernung eines Ortes von einer der genannten Fundamental-Stationen, mehr oder weniger Jahre genügen.

Es sei mir erlaubt, die Existenz einer seculären Änderung der Lufttemperatur vorläufig als Thatsache hinzustellen und die Feststellung ihrer Periode, so wie die Untersuchung über den wahrscheinlichen Zusammenhang derselben mit der seculären Periode der magnetischen Declination, wie Moser angenommen hat [1]) dem Zeitpunkte vorzubehalten, bis wir über beide Elemente eine hinreichend lange Reihe genauer Beobachtungen von denselben Orten besitzen werden.

---

[1]) Kämtz, Meteorologie, Bd. III, S. 522.